

DIALOG(R)File 347:JAPIO
(c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

02977136 **Image available**

OPTICAL DEVICE EQUIPPED WITH VISUAL POINT DIRECTION DETECTING DEVICE

PUB. NO.: 01-274736 [J P 1274736 A]
PUBLISHED: November 02, 1989 (19891102)
INVENTOR(s): SUZUKI KENJI
 ISHIZAKI AKIRA
 OTAKA KEIJI
 SUDA YASUO
 FUKAHORI HIDEHIKO
APPLICANT(s): CANON INC [000100] (A Japanese Company or Corporation), JP
 (Japan)
APPL. NO.: 63-105298 [JP 88105298]
FILED: April 26, 1988 (19880426)
INTL CLASS: [4] A61B-003/10; G02B-007/11; G03B-007/28; G03B-013/02
JAPIO CLASS: 28.2 (SANITATION -- Medical); 29.1 (PRECISION INSTRUMENTS --
 Photography & Cinematography); 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS --
 Optical Equipment)
JAPIO KEYWORD: R116 (ELECTRONIC MATERIALS -- Light Emitting Diodes, LED);
 R131 (INFORMATION PROCESSING -- Microcomputers &
 Microprocessors)
JOURNAL: Section: C, Section No. 680, Vol. 14, No. 37, Pg. 143,
 January 24, 1990 (19900124)

ABSTRACT

PURPOSE: To desirably control the automatic focus adjustment, automatic exposure control and other camera operation by detecting the correct visual axis direction by correcting the deflection in the direction of a visual axis and the direction of a visual point.

CONSTITUTION: Generally, a certain deflection exists between the direction of a visual axis X and the direction Y of a visual point (visual line). In common, the direction Y of the visual point is on the line connecting a yellow spot B and a front eye part node point A. Though, when the movement of an eyeball is optically inspected, the visual axis X is easily detected by utilizing the axis symmetry of an eyeball optical system, while if the deflection in the direction of the visual point is not corrected, high precision can not be obtained. The simple method for correcting the deflection is obtained by manually inputting the correction value or other information. However, in this method, the deflection is generally measured separately, and the corresponding correction quantity is inputted, and generally the average input eye correction quantity is previously memorized into a microcomputer. An input device IP receives previously obtained correction quantity, and if the correction quantity is not obtained, the distinction of viewing through finder by using the right or left eye is inputted.

⑫ 公開特許公報(A) 平1-274736

⑤ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)11月2日

A 61 B 3/10
G 02 B 7/11
G 03 B 7/28B-6840-4C
N-7403-2H
7811-2H※

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全15頁)

⑭ 発明の名称 注視点方向検出装置を有する光学装置

⑮ 特 願 昭63-105298

⑯ 出 願 昭63(1988)4月26日

⑰ 発 明 者 鈴木 謙 二 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 キャノン株式会社
玉川事業所内⑰ 発 明 者 石 崎 明 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 キャノン株式会社
玉川事業所内⑰ 発 明 者 大 高 圭 史 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 キャノン株式会社
玉川事業所内⑰ 発 明 者 須 田 康 夫 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 キャノン株式会社
玉川事業所内

⑰ 出 願 人 キャノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

⑰ 代 理 人 弁理士 丸島 儀一

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

注視点方向検出装置を有する光学装置

2. 特許請求の範囲

(1) 物体を観察する観察系と、観察系を覗いている観察者の視線を光学的に検出する検出手段と、検出手段による検出出力に視線方向と注視点方向の偏差に当る補正を行って観察者の注視点方向の情報を出力する補正手段を有し、補正手段の出力に依り光学装置の制御を行うことを特徴とする注視点方向検出装置を有する光学装置。

(2) 物体を観察する観察系と、観察系を覗いている観察者の視線を光学的に検出する検出手段と、検出手段による検出出力に視線方向と注視点方向の偏差に当る補正を行って観察者の注視点方向の情報を出力する補正手段と、観察系の視野内に注視対象を表示する表示手段と、注視対象を注視している観察者の視線を検出手段で検出して、その視線と注視対象の方向とから偏差

を計測し、補正手段の補正値を決定する計測手段とを有する注視点方向検出装置を有する光学装置。

(3) 前記表示手段は更に、前記計測手段により検出された確認用注視点を表示する特許請求の範囲第2項記載の注視点方向検出装置を有する光学装置。

(4) 前記確認用注視点と観察者が現在見ている注視点とが一致する様に前記補正手段の補正量を調整する調整手段を更に有する特許請求の範囲第3項記載の注視点方向検出装置を有する光学装置。

(5) 前記補正手段は補正値をEEPROMに記憶する特許請求の範囲第2項記載の注視点方向検出装置を有する光学装置。

(6) 前記補正手段の実行する補正方法を制御するため光学装置の姿勢を検出する検出器を更に有する特許請求の範囲第2項記載の注視点方向検出装置を有する光学装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、注視点方向（視線方向）を光電的に検出して動作の制御を行う様にした光学装置に関し、特に光学的に定まる眼珠の視線と注視点方向と偏差を補正し、動作性能を大幅に改したものである。

〔従来の技術〕

近年、電子回路やCCD等光電変換デバイスの急速な進歩、低価格に伴ない、カメラの自動化、インテリジェント化が展開されている。たとえば自動焦点制御のカメラは、一眼カメラ、ビデオカメラの別なく広く普及しており、また自動露出機能はほとんどのカメラが装備するに至っている。

この種、自動機能はカメラの操作性を大幅に改善し、高度な撮影技術を要せずにも一定レベルの写真撮影を可能にした点で大きな進歩であったといえる。

しかし、一方では自動機能を取り入れたが故に自動機能のハード的制約から作面性を制限される

場合があり、本質的な改善が望まれている。その最も大きな問題は自動焦点調節にしても、自動露出制御にしても画面の中心部に重点的に機能する様に構成されているので、主被写体が画面中央に配置されるフレーミングが多くなることである。特に焦点合せは、主被写体にはっきりと狙いをつけなければならない、画面全体の平均という様なものは無意味であるから、自動焦点検出装置が作動する位置に主被写体を画面構成することが写真撮影の必須要件となる。

このような作面上の制約を緩和するために通例、フォーカスロックと呼ばれる方法が用いられている。この方法はシャッターの半押し状態で、画面中央に主被写体を置いて自動焦点調節を行ない、合焦状態に到達すると、カメラは焦点調節機構を自動的にロックする。次に撮影者は、シャッターの半押し状態を継続しながら、主被写体の位置を画面内の適当な場所に変更し、フレーミングをとり直し、構心の行ったところでシャッターをもう一段押し込みリリースする。

類似の方法は自動露出制御の場合でも、特に被写体輝度差が激しく主被写体の最重要部分をスポット的に測光する時に使われ、AEロック等と呼ばれている。通例カメラは画面中心部を重点化した測光感度分布を持っており、特にスポット的な測光モードでは画面中心部にしか感度がない。従って、最も重要な被写体部分を画面中央の測光機能で測光したのち、その測光値をシャッターの半押し状態でメモリーしたまま、構図をとり直すのである。

この様な方法にはいくつかの基本的問題があり、作面性を保証した十分なカメラの自動機能とはなり得ていないのが実情である。その問題点を以下に列挙する。

(1) シャッターの半押し状態を継続しながら、構図を検討するためには指先の感触の慣れが必要である。大多數のカメラ使用者はあまり頻繁にカメラを操作するほど撮影しないので、この様な習熟を要するカメラ操作は十分に使いこなすことが出来ない。

(2) 被写体が被写界の奥行き方向に移動している場合には、上記操作は不可能である。自動焦点調節し、シャッターの半押し状態で構図をとり直している間にピント位置が変化してしまうことからである。また奥行き方向ではなく、横方向にカメラと等距離を維持しつつ移動する被写体の場合でも、上記の様な段階的な操作を正確に行うには高い習熟が必要である。

(3) 人間や動物等の表情、ポーズが変化する被写体では、シャッターチャンスは一時であるから、上記の様な方法では撮影者の意図する写真を撮ることができない。

(4) 三脚等によりカメラを固定した状態では、シャッターの半押しをしながらアングル調整するという操作は事実上困難である。

以上の理由により中央の測光視野、あるいはスポット測光機能に作面性を制約されない、新しい試みが開始されている。自動焦点調節について言うと、その主たる対策は複数個の自動焦点検出点が画面内の広い領域に存在する焦点検出装置、もしくは

広い焦点検出視野の一部分を選択的に指定し、その一部分に含まれる被写体情報により自動焦点調節するカメラである。両者はともに公知であり、たとえば前者の焦点検出装置は、第18図に示した様に未知知られる焦点検出装置を、1個のカメラ内に複数個配置しても良い。後者の測距視野一部選択指定は通例、自動焦点カメラに搭載されているマイクロプロセッサの機能を用いれば容易にソフトウェアにより実現できる。

簡単に図の説明をすると第18図に於て予定焦点面における画面フレーム141に5個の測距視野142a, 142b, ..., 142eがあり、各視野に対し公知の焦点検出系一列が構成されている。たとえば図で左端の測距視野142aの矩形の視野マスク開口を通過した結像光束は一体成形された複合フィールドレンズ143の左端部レンズにより変換され一対の二次結像レンズ144a₁, 144a₂に入射する。二次結像レンズ前面には、不図示の絞りが置かれているものとする。144a₁を通過した光束は光電素子(以下、光電変換素子をこの様に表記する)列

ト合わせするものが考えられる。

上記方法はいづれも問題点が大きく、十分に改善された技術とはなっていない。上記(1)の撮影者がカメラに位置決定する方法は確實であるが、入力に手間がかかり自動焦点調節の本来の簡便性を損なう。通常の手持ち撮影では、位置入力をしてから自動焦点調節を行なうより、上述のフォーカスロックの手法を用いた方が手早く撮影できる。従って、三脚使用時や、動物撮影等、測距点の位置指定が本質的なメリットを持つ場合以外は使いたくない。

一方、カメラが焦点合わせする位置を決める方法は、撮影者の作画意図を反映しないことが多い。至近側選択の考え方はひとつの動作状態として選択することはあり得るが、この様な決め方でカメラの多様な使われ方をカバーすることは困難と思われる。

以上の理由により、撮影者の意志をマニュアル入力する考え方は確實性はあるものの煩雑になり易くまたカメラによる自動方式は画一性が強過ぎる。

145a₁上に視野146aの光を再結像する。一方、144a₂を通過した光束は、光電素子列146a₂上に視野142aの光像を再結像する。先述した2次結像レンズ近傍の不図示の絞りは、フィールドレンズにより撮影レンズ射出瞳に結像される結果、上記光学系により、いわゆる離分測焦点検出装置が構成されている。これを5個符設し、一体製造可能な部材を構造的に一体化したものが第14図の系である。この様な焦点検出装置の概念は公知の技術を複数並設したものである。

この様な自動焦点検出系のハード構成に於て、測距点の決定方法は基本的には、次の2通りの考え方がとりうる。

- (1) 撮影者がカメラにピンツ合わせの対象とすべき測距点位置を指定する。指定入力手段はスイッチやダイヤルが既知である。
- (2) カメラが測距可能な各店で被写体情報を解析し、または更に進んで測距を実行し、あらかじめ定められた基準に従い自動的に測距点を決定する。例えば、最も至近側に位置する被写体にピン

わずかに、撮影者の視線をカメラが感じ測距点を決定するという着想が特開昭61-61135号等に開示されているが、視線検出の方法については説明がなされていない。

一方、眼球の視線は、眼球の角膜や水晶体の各面を球面とみなせばその球心を通ることで決定できるが、実際に物を観察しているときには、網膜上の黄斑と前銀部印点を結ぶ線(視線)の延長上を注視していることになり、視線との間に多少の偏りがある。そのため、視線方向を細かく測定し、この測定結果に基づいて精密な動作制御を行おうとすると誤動作を起す懸念がある。

なお、視線方向を光電的に検出して装置の動作制御に利用する方法は、自動焦点調節装置を備えたカメラ以外に種々の観察装置の焦点調節や方向調節に適用できる。

その他、最近のカメラは自動焦点調節や自動露出機能以外の様々な機能を制御するマニュアル入力手段を有し、カメラ・ハウジングの各所にスイッチ類、表示類が分散配置されている。しかしながら、

カメラを使用する頻度の少ないユーザーの場合、操作方法を忘れてしまい、カメラに設けられている機能の一部しか使われないという状態も多い様である。

〔発明が解決しようとする問題点〕

本発明は、誰でも容易、簡便に所望の作動を実施でき、しかも視線方向を正確に検出して精密な作動性能を可動するものである。

そしてこの目的を達成するための本発明は、物体を観察する観察系と、観察系を覗いている観察者の視線を光学的に検出する検出手段と、検出手段による検出出力に視線方向と注視点方向の偏差に当る補正を行って観察者の注視点方向の情報を出力する補正手段を有し、補正手段の出力に依り光学装置の制御を行うものである。

更に視線方向と注視点方向との偏差が個人個人によって相違することに鑑み、観察系の視野内に注視対象を表示し、注視対象を注視している観察者の視線方向と注視対象の方向から偏差を計測し、補正手段の補正値を決定する。

撮像管である。但し、電子的撮像デバイスに電子的シャッター機能を持たせれば、シャッターは省略できる。

6aは焦点検出装置で、例えば第2図(a)に描く様に、フィールドレンズ20、多孔視野マスク21、正レンズを2枚並設した2次結像レンズ22、そして光電素子列の対が複数配列された受光デバイスが配される。第1図ではフィールドレンズはサブミラー3に近い対物レンズ1の予定結像面位置に設けられている。第2図(a)の構成の詳細な説明は特願昭62-315490号に述べられているが、まず多孔視野マスク21のスリット21a、21b、21cは夫々測距視野を決定する。2次結像レンズ22は、例えばスリット21aで画定された被写界像の一部を略光電素子列の対23aと23b上に再結像する。またスリット21bあるいはスリット21cで画定された部分は略光電素子列の対23cと23d又は23eと21f上に再結像される。光電素子列の各対の受光情報は電気信号として読み出され、相関演算が施されて、各スリットで決定された測距視野内の被写体に

〔実施例〕

以下、図面を使って本発明の実施例を説明するものとし、第1図は一眼レフレックスカメラに本発明を適用した第1の実施例を示している。尚、本発明は一眼レフレックスカメラの他、撮影光路とファインダー光路が別設されたカメラにも適用可能である。

第1図で、1は対物レンズで、便宜上、1枚レンズで示したが、実際は多数枚のレンズから構成されていることは周知の通りである。2は主ミラーで、観察状態と撮影状態に応じて撮影光路へ斜設されるいは通去される。3はサブミラーで、主ミラー2を通過した光束を隠さないカメラ・ボディの下方へ向けて反射させる。4aはシャッターで、後述の感光部材の受光面を所定時間露光するのに使われる。4bは対物レンズ1内に配された絞り、4cはフォーカシングのために対物レンズ1を光軸方向へ移動させる駆動機構である。

5は感光部材で、銀塩フィルムあるいはCCDやMOS型等の固体撮像素子あるいはビティコン等の

対する対物レンズの焦点調節状態を表わす値が算出される。尚、焦点検出装置としては第20図の構成を採用することもでき、あるいは特願昭61-160824号に開示されている様な方法を利用し、通常より長い光電素子列の対を用いてこれら光電素子列を電気的に分割し、対応する分割領域同士に相当する信号を使って相関演算を施すものであっても良い。

以上により6aの焦点検出装置は撮影視野の複数の位置に対して焦点検出が可能となる。6bは露出量検出ユニットで、結像レンズと分割測光が可能受光器を具える。結像レンズはペンタ・ダハプリズム8内の光路を介して対物レンズ1の予定結像面に配されたビント板7と受光器を共に関係付けている。受光器の受光面は例えば第3図の様に分割されており、各分割された領域ごとに測光できるものとする。受光器の出力はマイクロプロセッサmpに入力されて、複数個の中心点を中心とした測光感度分布を持つ様に重み付けを変更できるものとする。

次にファインダー光路変更用のペンタ・ダハプ

リズム8の射出面後方には接眼レンズ9が配され、観察眼15によるビント板7の観察に使用される。ビント板の近又は一体にフレネルレンズが設けられていても良い。10は視線検出系のための光分割器で、例えば赤外光を反射するダイクロイツクミラーを使用し、ここでは接眼レンズ9中に設けられる。11は集光レンズ、12はハーフミラーの様な光分割器、13はLEDの様な照明光源で、好ましくは赤外光(および近赤外光)を発光する。赤外照明光源13を発した光束は集光レンズ11及び接眼レンズ9の後面(観察者側面)のパワーで例えば平行光としてファインダー光路に沿って射出する。14は光電変換器で、詳しい構成は後述するが、観察者が接眼レンズ9を適正に覗いた時に接眼レンズ9の後面と集光レンズ11に関して観察者の顔の輪郭部、詳しくは瞳孔近傍と共役配置する。即ち、ファインダー光学系(8、9)のアポイント近傍と光電変換器14を共役配置するのが一法であって、結像倍率は1以下が好ましい。

以上の構成で、対物レンズ1を通過した結像光束

は部分透過、主ミラー2に於て、ファインダー光束と焦点検出光束とに分割される。焦点検出光束は、主ミラー2を透過した後、サブミラー3により反射され、焦点検出装置6に入射する。焦点検出装置6はたとえば第2図(b)に示すビント板7の撮影面で云えば横方向に3点の焦点検出点19L、19C、19Rを持つ。撮影時には主ミラー2は上へはね上げられ、サブミラー3は主ミラー上に覆着して折りたたまれ、シャッター羽根4が開閉されることによりフィルム6が所定時間露光する。

一方、ファインダー光束はビント板7を経て、ペンタダハプリズム8に入射する。但しビント板と一体あるいは別体のフレネルレンズ等が8の近傍に配設されていることもある。光束は視度調整眼鏡レンズ9によりビント板7上の被写体像を、拡大投影しつつ観察者眼15に入射する。

人眼の構造は、角膜面16a、角膜後面16b、水晶体前面18a、水晶体後面18bを接合面もしくは界面とした接合レンズと見ることができ、虹彩17は水晶体前面付近にある。第4図に人眼の標準的形

状と、各部の屈折率を図示した。またこれを模型眼とした1例が第5図である。

一般に、視線Xの方向と注視点(視線)の方向Yとは一定の偏差がある。普通、注視点方向Yは黄斑Bと前眼部即点Aを結んだ線上にある。眼球の動きを光電的に検出する場合は眼球光学系の軸対称性を利用し、視線Xを検出するのが容易であるが、注視点の方向との偏差を補正していないと高い精度を求められているときには不都合である。補正方法については後述する。

視線検出系の光路は次の通りである。赤外照明源13を発した照明光はハーフミラー12を経て、レンズ11によりある程度コリメートされ、ミラー10で反射を受けてファインダー光路に入射する。光分割器10が被写体から来る可視域のファインダー光を透過し、赤外領域の照明光は反射するダイクロイツクミラーであることが、ファインダーの明るさの点からも視線検出系の照明効率の点からも望ましい。ただし十分精度の高い赤外光源を用いるならば、照明効率が低下することを見込んで設計し、

NDハーフミラーで代用することは可能である。

ファインダー光路に導入された赤外照明光は接眼レンズ9の後面を通過して観察者眼球を照明する。観察者眼の位置が変動しても、照明条件が維持される様、照明光は眼球入射時において略平行光束するのが一法である。これは先のレンズ11のパワーと、接眼レンズ9の後面のパワーの全体で実現される様、各部のパワー配置を調整することで実現できる。人眼の各界面における屈折率変化は、第4図に示した通りであるので照明光は屈折率変化の大小に応じ角膜前面、水晶体前面及び後面、角膜後面の順の強さで反射される。また平行光束を入射したときの各界面の反射像の位置は、眼球前方から見ると第5図の様になることが近軸追跡の結果理解される。これらの像はブルキンエ(Purkinje)像と称され、角膜前面から順に番号を付してブルキンエ第1像、第2像等という。第5図から明らかな様に第3像を除き、3個のブルキンエ像は、第3面、即ち水晶体前面の直後に集中しており、また先の屈折率変化の考察から第1像、第4像、第2像の順に強い反射像

である。これらの像を形成する照明光は赤外波長域であるため、目には感じることがなく、ファインダー像観察に支障は生じない。このためには照明光波長は700nmより長いことが望ましく、更に760nm以上であれば個人差の別なく人眼は感知しない。

観察者眼による反射光は逆の経路をたどり、ミラー10、レンズ11を経てハーフミラー12により反射され光電変換器14にて受光される。反射光がファインダー光路から分離され、光電変換器に受光されるまでの光路中に可視カット、赤外通過フィルターが挿入されていることが望ましい。ファインダー像可視光による角膜反射光をカットし、光信号として意味のある赤外照明光の反射のみを光電変換するためである。光電面はレンズ11と接眼レンズ9後面の全パワーで、観察者眼の水晶体前面付近すなわち瞳孔付近が結像される様な位置に置かれている。これにより、ブルキンエの第1、第2、第4像が結像された状態で受光され、反射光量としては必ずしも弱くない、第3像はデフォーカスして光が拡散

しているため、あまり光電変換信号に寄与しない。

本実施例視線検出装置の視線検出の動作原理を以下に説明する。第1図装置で、赤外照明光源13を点光源とし、ピント板7上、画面中央の位置、すなわち第2図(b)の19cの位置と光学的に等価な地点から発光するように照明点光源13の位置を調整しておく、この場合観察者眼の光軸が、画面中央を通るならば眼球光軸の延長線上に照明光源があるわけであるから、既に第3図に示した様に、各ブルキンエ像は眼球光軸上に一直線に点像となって並ぶ。眼球瞳孔付近を前方から見た様子は第6図(a)の様になる。図で41は虹彩、42は瞳孔、43は重なったブルキンエ像である。明るく照明された虹彩は環状に観察され、暗い円形の瞳孔42の中央に各面のブルキンエ像が重なった明るいスポットが一点観察される。一方、眼球が回転しており左右どちらか片寄った方向に視線が向いていると、照明光は眼球光軸と斜めに入射するので、各ブルキンエ像は瞳孔中心から偏心した位置に移動し、かつ移動の方向、量が反射面ごとに異なる

ので複数個のブルキンエ像43、44等が前方から見て認められる。第6図(b)がこの状態に対応する。観察者眼の光軸が画面中央からさらに離れた位置を見れば、同第6図(c)様に、その傾向は一層強まり、また観察者眼が逆方向を見ればブルキンエ像の移動方向も反転する。これらの動きをまとめて第7図にグラフ化した。観察者眼の回転角に対し、瞳孔付近で強い反射像となる第1、第4ブルキンエ像の移動量を示してある。これらブルキンエ像の動きを光電的にとらえれば、視線の方向を検出することができる。

上記の視線検出方法では眼球の平行移動への対応が必要である。一般にカメラのファインダー系は観察者の瞳孔が接眼レンズ開口位置に対し一定の許容領域内に存在すれば画面全体を見渡せる様に設計される。実際、この許容範囲が狭いと、カメラと瞳孔の位置関係を正確に保持しなくてはならず、極めて使い難いカメラになることが知られている。しかし視線検出装置を基準にして見ると、この許容範囲内で瞳孔の位置、従ってブルキンエ像の位置が

変動しうることを意味しており、これを補償する必要がある。その方法は、ひと通りではないが、光学的な見地から実現しやすいものとして、以下の手法が考えられる。

①瞳孔中心の位置を常時検出し、瞳孔中心に対するブルキンエ像の相対変位を視線検出量に変換する。この方法は、最も直接的でやりやすいが、瞳孔の縁(つまり虹彩との境界)を確実に捉えなくてはならないので、光電変換素子の見る範囲は広く必要となる。

②2個以上のブルキンエ像の相対的変位を計測する。

この場合対象としては第1像と第4像の組み合わせが検出しやすい。像の形成位置が近く同一像面で計測出来るし、比較的反射像が強いからである。

いずれの手法を用いるにしても、観察者がピント板上で見る位置を変更することに要する眼球回転量は高々 $\pm 10^\circ \sim 15^\circ$ 程度であり、これによるブルキンエ像の変位は高々 $\pm 1\text{mm}$ 内外であるのに対し、眼球とカメラとの相対的平行移動量はその数倍の大きさで許容されるので、単純な変動センサー

では視線の動きは追えない場合がある。これに対し各数個の光電素子を基として成る光電素子列により、観察者の瞳孔付近に於ける光量分布を測定し、数値的に解析することで眼球の位置や瞳孔径に影響されない視線検出装置が構成される。

第1図に図示した用途では視方向の視線移動のみ検出すれば良いので、一次元の光電素子列を用いた単純な構成を以下に示す。第8図はその方法を説明するためのもので、縦方向の検出能力を無視した結果、図の様な縦長形状の即ち縦幅が横幅の数倍以上の光電素子を配列したものとなり、眼球の縦方向の平行移動もしくは回転に対し、ほとんど不感となる。但し、光電素子の列の前に円柱レンズを接合して類似の効果を得ることもできる。

第8図に於て、瞳孔61内にて光るブルキンエの第1像62と、ブルキンエ第4像63を一次元の光電素子列64(光電変換器14)で受光すると第8図(b)の様な光電出力が得られる。両側の高い出力値は虹彩を表現するものである。暗い瞳孔部の中にはブルキンエ第1像、第4像に各々対応した信号

高い光電素子列を要する。

但し、瞳孔中心の代わりに黒目(角膜に覆われた部分)の縁から中心位置を検出しても同様の効果が得られる。中心の確定に黒目を利用することは、黒目の径が瞳孔と違って外界の明るさで変化しないので高精度であるが、直径が大きくなるので広い範囲を検出できる様にしておく必要がある。

第8図により明らかな様に素子の配列方向と直交する方向には不感であるが、あまり配列方向と直交する方向に縦長の光電素子で構成すると瞳の位置によっては上下方向で虹彩を拾ってしまうので、縦長にするには限度がある。従って縦長を比較的小さえた素子から成る光電素子列を数個上下方向に併設して置き、最も適当な出力を得られた配列のみにより視線検出すると、上下方向に不感であり、かつ、良好なブルキンエ像信号が常時得られる検出装置となる。また、上記、一次元方向のみの検出では照明光源を点光源でなく、スリット状とすると更に良好な信号が得られる。この場合にはLEDで線光源を構成しても良いし、スリットの背後に非発

光素子65、66が得られる。

瞳孔中心はエッジ部67、68の位置情報から得られる。最も簡単にはエッジ部に於て、虹彩部平均の半値に近い出力を生ずる画素号を i_1 、 i_2 とする瞳孔中心の位置座標は

$$i_0 = (i_1 + i_2) / 2$$

で与えられる。ブルキンエ第1像の位置は、瞳孔略部に於て局部的に現われる最大のピークから求められるので、この位置と先の瞳孔中心との相対位置関係により、眼球の回転状況、従って、視線の方向を第7図グラフの関係から知ることが出来る。この場合、第7図の解釈は瞳孔中心がブルキンエ像移動量の原点をなすものと考えれば良い。原点をカメラに固定したものと考えerるとほとんど眼球の平行移動しか求められない。ブルキンエ第4像は瞳孔略部の第2のピークとして求められ、この位置と先の第1像の位置を用いて演算しても良い。このときは瞳孔中心の位置は必ずしも知る必要はない。ただし、ブルキンエ第1像と第4像とは強度が10倍以上に異なるので比較的ダイナミックレンジの

通過可視遮断フィルターと白色光源を順置しても良い。

以上説明した方法を第1図光電変換器14の出力が入力されたマイクロコンピュータmcで実行し、観察者の視線方向に対応する測距位置での焦点検出値を焦点検出装置6aの出力からマイクロコンピュータmcで算出し、算出値に従って駆動機構4cを駆動して対物レンズ1をフォーカシングすることができる。

この様に、得られた視線方向により、自動焦点検出の測距点を切り替える本発明に係る視線制御されたカメラが得られる。視線の位置は連続的に求められるので、制御対象が第2図(b)の様な3点に限定されないことはもちろんである。

また、露出検出ユニット6bの出力をマイクロコンピュータmcで信号処理し、観察者の視線方向に応じた位置に重点を置く露出条件を決定し、リリース操作に同期してシャッター4aと絞り4bの一方又は両方を設定することができる。

そして、カメラを制御する部、自動焦点検出と

自動露出制御の双方で複数点測定が可能な場合でも観察者の意図に応じて一方のみを使用したり、両方同時に使用することができるものとする。また焦点検出と露出制御のはかに、ファインダー視野中にシャッター優先、絞り優先、プログラム撮影等のモード表示を位置を変えて表示し、例えばレリーズ操作の第1段階し込みの時に確認したモード表示に応じて撮影を行うこともできる。

以下、視線方向と注視点方向との偏差を補正する方法を説明する。

偏差を補正する簡単な方法はマニュアルで補正値あるいは他の情報を入力する方法である。しかしながらこの方法の場合、別途偏差を測定しておいてそれに応じた補正量を入力するのが一法であるが、一般的には人間の平均的な補正量を予めマイクロコンピュータに記憶させておく。第1図の1Pはこれらの為の入力器で、もし予め補正量がわかっていれば、その値を入力するものとし、そうでなければファインダーを右目で覗くか、左目で覗くかの区別を入力する。これは上述した黄斑の位置が左右

眼で対称になるため、偏差の方向は+又は-になるからである。大多数の人間においては、注視点方向と視線方向との偏差は $5^{\circ} \sim 7^{\circ}$ 程度であるが、解剖学的知見として得られているので、 6° に固定しても精度 $\pm 1^{\circ} \sim 2^{\circ}$ 程度の検出は可能である。

続いて個人差を考慮した方法を説明する。接眼レンズ9を覗くと、第2図(b)に示すピント板7の測距視野マーク19C、19R、19Lが見えるが、例えば観察視野中央の測距視野マーク19Cを利用する。計測に先立って観察者(カメラの撮影者)は測距視野マーク19Cを注視し、その状態で入力器1Pから計測起動信号を入力する。

視線検出系は前述した様に作用して、観察者眼の視線を計測し、視線方向を例えば瞳孔中心に対するブルキンエ第1像の変位量、もしくはブルキンエ第1像と第4像との相対変位量として定量化する。その際、人間の視線方向はかなり変動し易いと言う生理的特性があるので一定時間内に最も高い頻度で発生した視線方向を採用するといった信号処理ソフトを用いるのも良い。

視線検出系による計測結果はマイクロコンピュータmc中の記憶素子に記憶する。

記憶素子は不揮発性のEEPROM等が望ましいが、これに限ったことではなく、たとえばバッテリーバックアップされたRAMでも良い。この様な動作状態を設けることにより、観察者が画面中央を注視していることが確定している状況下での視線方向が得られる。撮影のためのフレーミング時には、測定された視線の方向と、画面中央注視時の視線の方向との相対差を演算することにより画面上の注視点方向が求められる。数式的に表現すると、たとえば、瞳孔中心点ないし黒目中心点を基準としたブルキンエ第1像の位置を x とすると、注視点方向 X は

$$X = k(x - x_0) \quad (1)$$

と表わされる。ここに x_0 は観察者が画面中心を注視しているときの x であり、また k は比例定数で、ファインダー系の定数を主因子として定まる。

更に、検出精度を高めるためには以下の実施例を採用するのが良い。

即ち、視線検出系で検出した注視方向と観察者

の両者の注視方向とは若干の差が生ずるのが一般的である。従って、検出結果を確認し、ずれがあれば調整するのが有効であり、大きなずれであれば再検出するのが良い。

第9図(a)はピント板を描いているが、観察視野もこのように見える。71は検出結果を示す表示マークで、例えばピント板に積層して設けた液晶表示器やEL表示器、あるいは回折格子を側方から照明する光学的表示器を使って表示する。 x_0 は適当な値にプリセットされている。第9図(b)は液晶表示器の部分を示している。73aは液晶層で、これを一様な透明電極層73bと不連続線状に配された透明電極の層73cが挟み、更に偏光シート73dで挟んで成る。下側の透明電極層73cの電極に順次給電して表示が可能となる。

観察者はファインダー系の接眼レンズ9を覗き、表示マーク71を観察することができるが、その際、観察視野内の図示しない所望の被写体を注視したとき、被写体と表示マーク71が重なれば検出は正確であったことになる。しかしながら、観察者の

主観的注視点72の例えば被写体あるいは中央の測距マーク位置等と表示マーク71がずれていたとすれば、検出に誤差が生じたことになるから調整を行った方がよい。

なお、補正量を計算する場合、前述の例では測距マークを利用したが、表示器による表示マークを例えば画面中央に表示してこれを使用しても良く、その際、表示マークを点滅させれば注視を継続させるのに役立つ。

観察者は自己が注視点と認識する位置と、カメラが注視点として検出する位置とが一致するまで、入力器のダイヤルや、スイッチ等の手段により式(1)の定数 x_0 を変化させる。観察者が自身の主観的視線とカメラの検出表示位置が一致していると認めればそこで x_0 を固定すればよい。上記 x_0 の入力手段はたとえば第10図(a)の様に定電圧電圧の抵抗分圧で操作し、AD変換して、 x_0 に対応づけても良いし、またはデジタル的には(b)の様に x_0 を収納するレジスタ81の内容を2個の相反方向のスイッチによりアップ、ダウンしても良い。

この場合も、入力した注視点を表示して位置を認識することもできる。

上記の方法により検出された観察者の注視点位置情報に基づき、たとえば第1図(b)の3点19L、19C、19Rの一点において自動焦点調節を行ったり、また後述する様に自動露光補正を行ったりすることができる。上記方法の注視点検出は連続的にもしくは極めて細かいピッチで位置検出可能であるから動体対象が第1図の様に3点に限定されないことはもちろんである。

以上の視線検出は一次元方向のみについて述べたが、一方向のみでなく、直交する2方向の視線の動きを検出するには、正方形に近い画素を2次元に配列した光電素子列を用いれば良い。ブルキンエ第1像を含む様な一次元配列を縦横各々について選り出せば、瞳孔中心を基準とした方法により、直交する2方向での視線位置が求められる。すなわち第11図の様に、観察者眼、瞳孔付近の光像が二次元配列された光電素子列上に結像されており、図中91、92の縦横配列の信号を用いれば良い。光電

上述方法の場合には表示器を必要とするが、観察者が計測時に基準点を図視する状態を保障する必要がある点を使い易さの上でメリットとなる。

本発明のカメラは高精度の注視点検出を行うために、視線方向と注視点方向のズレの個体差を補正することその発明内容に含んでいる。撮影者が変わると、上記ズレの量は微妙に異なるので、それに対するフルブルーフ対策として先に述べた注視点表示は有効である。カメラが撮影画面にオーバーラップして表示する注視点表示が撮影者の主観的注視点と一致している場合にはそのまま使用し続けられれば良く、使用者が変わって両者が不一致となったときに上記の補正值設定をやり直せば良い。視線検出動作時に注視点表示が現れれば、補正值設定の必要性の有無は瞬時に判断でき、また忘れることもない。

前述した様にあまり厳密な注視点位置を要しない時には、視線方向と注視点方向とのズレを個人差に依らない普通の定数とし、回路内にたとえばマスクROMの形態等で固定してもよい。なお、

素子列としては既知のCCD撮像素子や、MOS型撮像素子が使用でき、またブルキンエ第1像の位置を交点として縦横に演算対象とすべき配列を選択することはマイクロコンピュータにより容易に実現できる。

本実施例の場合に於いても、視線方向と注視点方向のズレを補正する方法は基本的には同じである。すなわち、最も簡易的には人眼の解剖学的データの平均値を用い、あらかじめズレ補正量を内蔵して、検出した視線方向に対し補正を加える。注視点方向を(X, Y)とすると、

$$X = k(x - x_0) \quad (2a)$$

$$Y = k(y - y_0) \quad (2b)$$

であり、ここに(x, y)は瞳孔中心もしくは黒目の中心を基準としたブルキンエ第1像の位置、(x₀, y₀)は観察者が画面中央を注視しているときの(x, y)である。

もう少し正確な注視点検出をするためには、特定の撮影者毎に、上記補正量(x₀, y₀)を検出する。方法的には、たとえば、画面中心を注視している

ときの視線方向の検出、または注視点検出位置表示が撮影者の主観的注視点と一致する様に補正量調整する等の先に述べた方法が使用できる。

以上の説明では、カメラの姿勢は常に固定されていることを前提としていた。視線検出装置の作動をより一般的な条件下で保証するためには、観察者眼の視線回りに関する眼球とカメラの相対回転量を検出することが望ましい。この回転自由度に対する最も標準的な状況は、第12図の様に観察者眼の水平軸101とカメラの水平軸102とが平行している状態であるが、実際には撮影の要求に伴い第13図のごとく両者が不一致となることがしばしば起こる。最も典型的には $\theta = \pm 90^\circ$ となることが多い。第12図、第13図に於いて103はペンタハブリズムを用いた一眼レフカメラ、104はペンタハブリズム後方のファインダー接眼部より視野観察する観察者眼である。第13図の眼球とカメラの相対回転の結果、注視点補正量 (x_0, y_0) は次の変更を受ける。

$$\begin{pmatrix} \bar{x}_0 \\ \bar{y}_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \end{pmatrix} \quad (3)$$

上式により回転量 θ に応じて補正値 (\bar{x}_0, \bar{y}_0) を算出し、視線計測値から観察者眼注視点を表式(2)により求めれば良い。

θ を計測する一般的方法は光電的方法を用いるのが良く、たとえば目尻の縁な目の一部の位置を撮像してカメラ基準座標に対し測定することで観察者眼の水平軸101を相対的に求めることができる。しかし観察者眼の水平軸が固定され、カメラの姿勢のみが変化して撮影フレームを選択することがほとんどであるので、上記 θ を計測する作業は大体、地球水平線に対するカメラの姿勢検出で置き換えることができる。これにはたとえば第14図の様に、おもり112に結合された滑動子113が鉛直下方を向くことを利用し、可変抵抗器111の基準と滑動子113との成す角で姿勢を検出する検出器が用いられる。図で114は滑動子の回転中心であり、また分圧された電圧の出力端子である。

他方、円環内に水銀116を封入した第15図の水銀スイッチ115を用いても良い。接点117a、117b等の開接点間のどこで導通するか調べることでより円環115内に封入された水銀116の所在が判別され、従って鉛直下方の方向が検出される。これら第14図、第15図等の姿勢検出器をカメラ本体に内蔵すれば、カメラの回転が判別されるので、回転量に応じ(3)式を使って視線計測値に補正を加え、正確な注視点の検出ができる。

本発明は一眼レフカメラにその用途を限定されないことは言うまでもない。第16図は逆ガリレイ式ファインダー系に本発明を適用した例である。ファインダー光学系は基本的には凹レンズ121と凸レンズ122により構成されており、角倍率が1以下のアフォーカル系である。第12図(a)の実施例ではブロック状の光学部材123を正レンズと負レンズの間に配置し、ダイクロイックミラーもしくはハーフミラー124によりファインダー光学系と視線検出光学系とを結合している。レンズ125は赤外照明光源127から来た光をコリメート

する一方前眼部反射光を光電素子列128の受光面に結像している。126はハーフミラーである。視線検出の方法は第1図実施例と変わらない。第12図(b)は赤外照明系と検出光学系を分離配置した例である。

本発明は顕微鏡カメラのほかビデオカメラやスチルビデオカメラ等ファインダーを有するカメラ一般に好適に用いられる。特に動体を撮影する場合の多いビデオカメラでは本発明は極めて有効である。

本発明に係る視線検出系を有するカメラの用途は自動焦点調節の制御に限定されない。一般にカメラの動作方法を制御する入力手段として使用しうるものである。第17図はカメラの露出制御用測光装置の画面内測光感度分布例を図示したものである。同図(a)では画面下内に5個の局所的測光点 $S_1 \sim S_5$ を配置してある。視線方向を検出することにより、これら5個の測光点の内1個を選択し、その測光出力により露出を制御するようなカメラを構成することが出来る。また第17図(b)は

上記局所的測光点の外側により広範囲の測光領域
 $P_1 \sim P_3$ を配してある。たとえば視線方向で S_2 を
 指定したとき S_2 を中心に両側の測光情報を加味し

$$V = S_2 + \frac{1}{2} P_2 + \frac{1}{4} (S_1 + P_1 + S_3 + P_3)$$

なる量 V を演算し、注視点を中心とした広がりを持
 った測光感度特性を持たせることが出来る。

さらにシャッター速度の指定や絞り値の指定、パ
 ワーフォーカス、パワーズームの操作、多重露出
 制御、各種動作モードの切替え等カメラのあらゆる
 制御方法への意志入力手段として光学装置を構成
 することが可能である。

(発明の効果)

以上、説明した様に本発明によれば、前眼部反
 射像の位置のズレを捉えることにより、また視線
 の方向と注視点方向のズレを補正することにより
 正しい視線の方向を検出し、自動焦点調節、自動
 露出制御、及びその他のカメラ動作を、撮影者の
 意のままにコントロールすることが可能となる。
 本発明は自動機能の簡便性、正確性、高速性と、

手動制御の作画上の自由度とを、同時に満たす新
 規なカメラを提供する。本発明実施例はカメラと
 観察者眼との位置関係に、自由度を許容しながら
 高精度の視線検出を、ファインダー系に於いて行う
 光学的視線検出方法を明示した。

また携帯性を損なわず経済的にも可能な装置と
 して視線検出装置をカメラ内に内蔵したカメラ構
 成を開示し、新規なカメラ制御の手法を示した。本
 発明カメラを用いることにより、高度の自動機能を
 撮影者の意志を正確に反映しながら駆使すること
 が可能となる。

4. 図面の簡単な説明

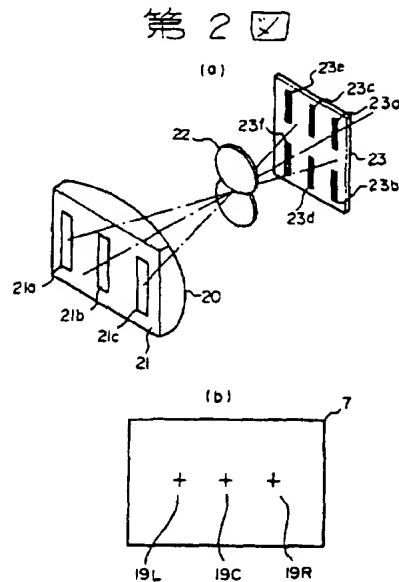
第1図は本発明の実施例を示す光学断面図。第2
 図(a)は部分構成を示す斜視図で、第2図(b)
 は平面図。第3図は構成部材の平面図。第4図は人
 眼の説明図。第5図は複眼眼の断面図。第6図(a)、
 (b)、(c)は眼の反射像を示す図。第7図はブルキ
 ンエ像の移動を示す線図。第8図(a)は反射像の
 検出を説明するための図で、第8図(b)は出力信
 号を示す図。第9図(a)はビント板の平面図で、

(b)は拡大断面図。第10図(a)、(b)は夫々、調
 整器を示す図。第11図は反射像の2次元的な検出
 を説明するための図。第12図と第13図は夫々、
 カメラの姿勢変更を説明するための図。第14図と
 第15図は夫々、姿勢検出器を示す図。第16図(a)、
 (b)は夫々、他実施例を示す光学断面図。第17図
 (a)、(b)は夫々、視野を示す平面図。第18図は
 従来例を示す斜視図。

図中、2は主ミラー、3はサブミラー、6aは焦
 点検出装置、6bは露出制御用測光装置、7はピン
 ト板、8はペンタ・ダハプリズム、9は複眼レンズ、
 10は光分割器、11は集光レンズ、12は光分割器、
 13は照明光源、14は光電変換器である。

出願人 キヤノン株式会社

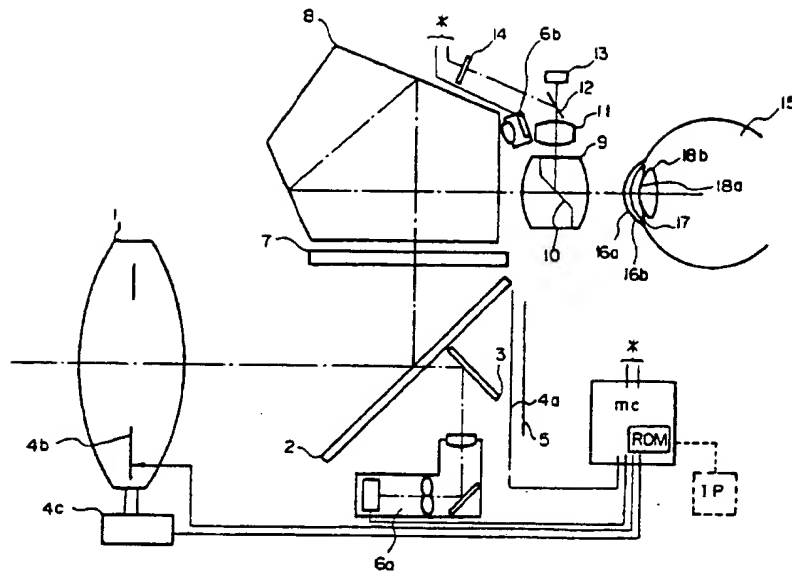
代理人 丸 島 備 一



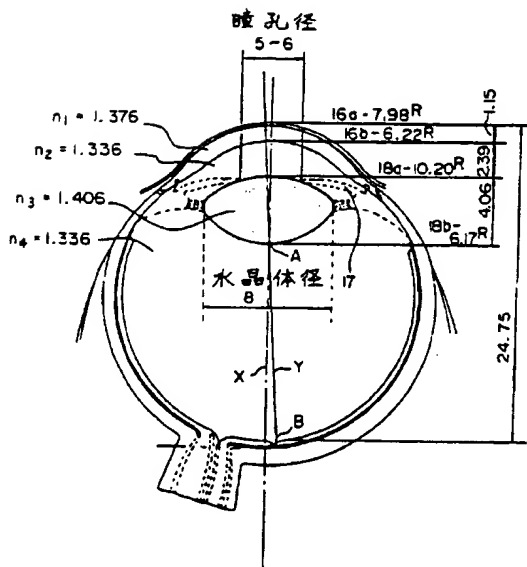
第 3 図



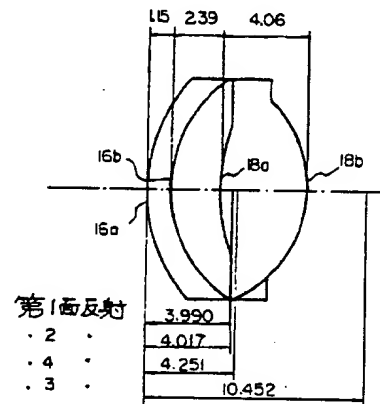
第 1 図



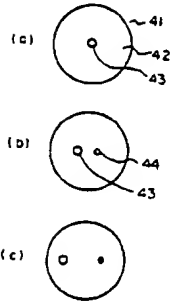
第 4 図



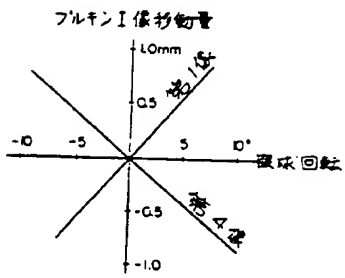
第 5 図



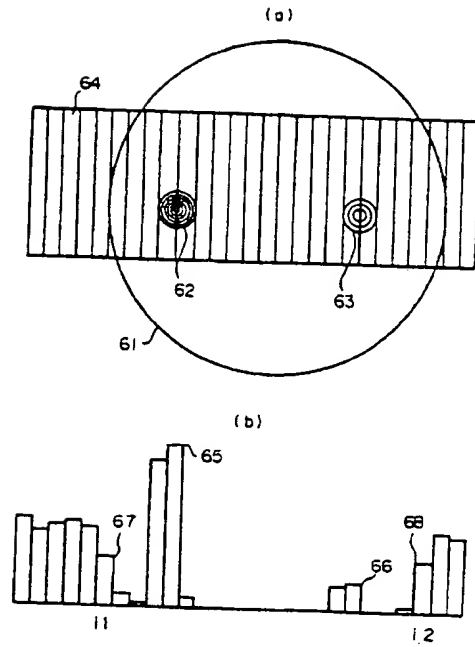
第 6 図



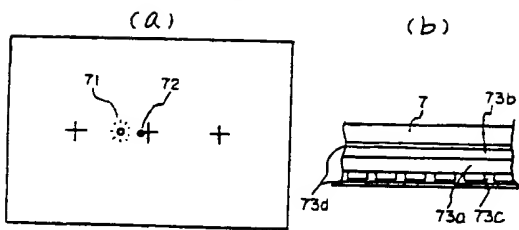
第 7 図



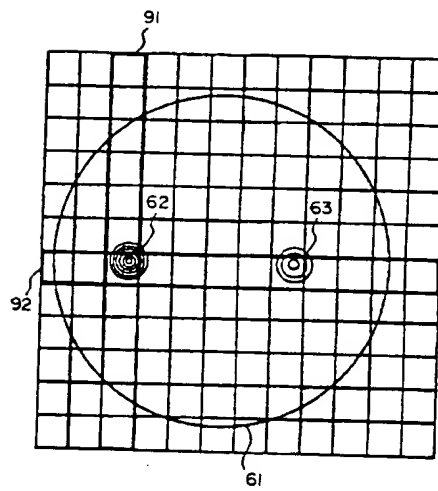
第 8 図



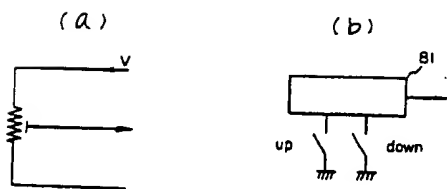
第 9 図



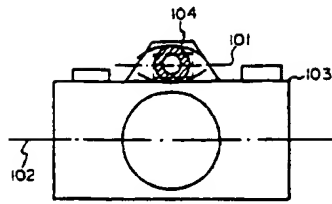
第 11 図



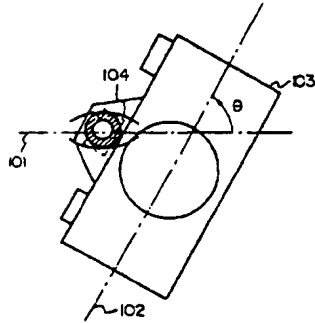
第 10 図



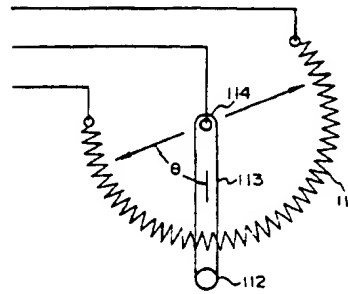
第 12 图



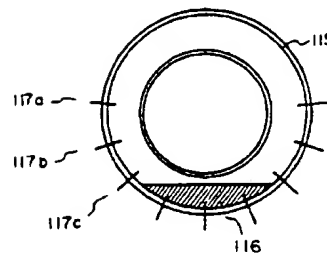
第 13 图



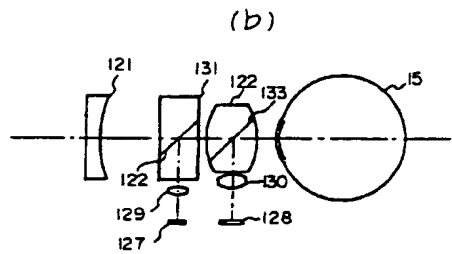
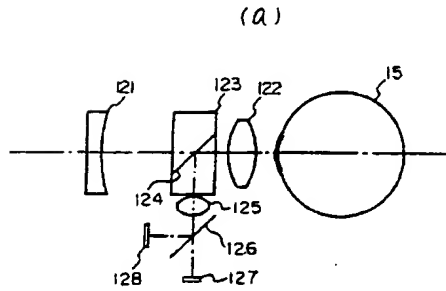
第 14 图



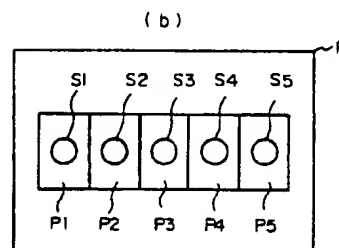
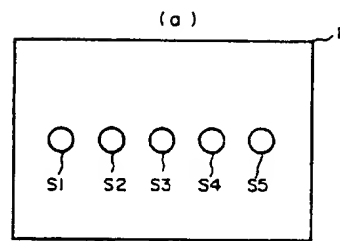
第 15 图



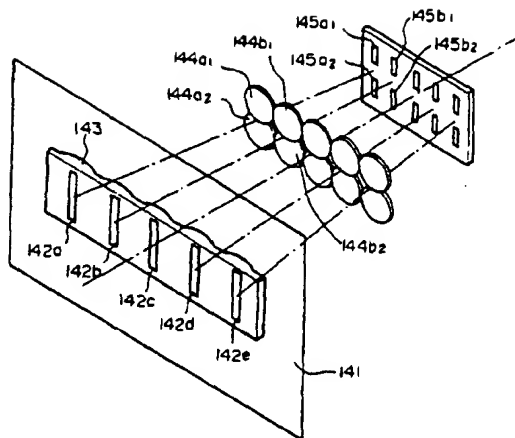
第 16 图



第 17 图



第 18 図



第1頁の続き

⑤Int. Cl. 4

G 03 B 13/02

識別記号

庁内整理番号

8306-2H

②発明者 深堀 英彦

英彦

神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 キヤノン株式会社
玉川事業所内

